

© PAJ / JPO

- PN - JP2000275542 A 20001006
- PD - 2000-10-06
- AP - JP19990080202 19990324
- IN - SADAMORI KATSUYA
- PA - OLYMPUS OPTICAL CO LTD
- TI - CONFOCAL MICROSCOPE
- AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the confocal microscope which can select a pattern on a rotary body according to the power of an objective and obtains a confocal image of good picture quality.
- SOLUTION: Image of respective parts having passed through the pinhole part and opening part of a rotary disk 18 which is rotated by a motor 21 and corresponds to objectives 19a are picked up by a CCD camera 23. The respective images obtained by this CCD camera 23 are stored by a computer 24 to obtain a confocal image. The signal from a synchronizing signal generator 30 for video camera which generates the signal synchronized with the CCD camera 23 is put in phase with the detection signal from an optical detecting element 27a (27b) detecting the rotational state of the rotary disk 18 by a control circuit 28. According to the timing of the signals synchronized by this control circuit 28, a trigger signal generating circuit 31 generates a signal for controlling the CCD camera 23.
- I - G02B21/36 ;G02B26/10

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-275542

(P2000-275542A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 21/36

26/10

識別記号

1 0 7

F I

G 0 2 B 21/36

26/10

テーマコード (参考)

2 H 0 4 5

1 0 7 2 H 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-80202

(22) 出願日 平成11年3月24日 (1999.3.24)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 貞森 克也

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

Fターム (参考) 2H045 AG00 DA31

2H052 AA08 AB05 AC04 AC15 AC29

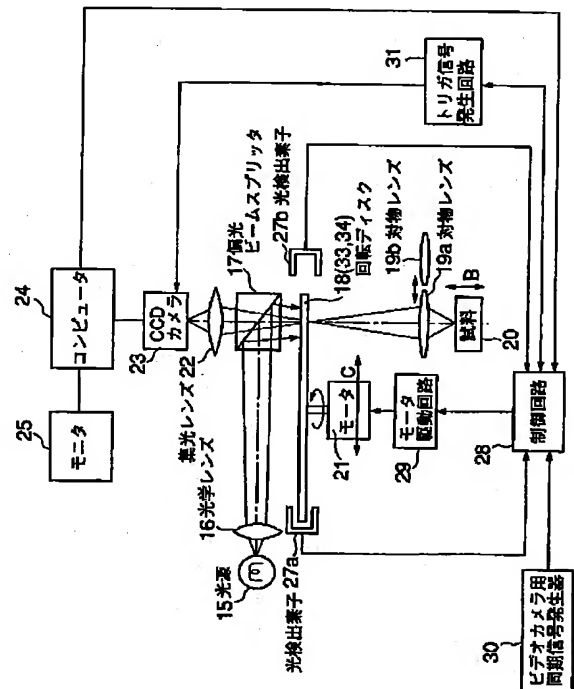
AD35 AF13 AF14 AF21 AF25

(54) 【発明の名称】 共焦点顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 対物レンズの倍率に合わせた回転体上のパターンを選択することが可能で画質の良い共焦点画像を得ることが可能な共焦点顕微鏡を提供すること。

【解決手段】 モータ21で回転され、複数の対物レンズ19aに対応した回転ディスク18のピンホールパターン部と開口部を通過した各部の画像が、CCDカメラ23で撮像される。このCCDカメラ23で得られた各画像は、コンピュータ24で蓄積されて共焦点画像が得られる。CCDカメラ23と同期した信号が発生されるビデオカメラ用同期信号発生器30からの信号と、回転ディスク18の回転状態を検出する光検出素子27a (27b) からの検出信号との位相とが、制御回路28で同期制御される。そして、この制御回路28で同期制御された信号のタイミングに基づいて、トリガ信号発生回路31からCCDカメラ23を制御する信号が発生される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料に対して光を照射する照明手段と、この照明手段からの光及び試料からの光を集光するための倍率の異なる複数の対物レンズと、上記複数の対物レンズに対応し、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部と、非共焦点成分のみの非共焦点画像データを得るための開口部と、光を遮断するための遮光部とを有する回転自在な回転体と、この回転体を所定方向に回転させる回転駆動手段と、この回転駆動手段で回転される上記回転体のパターン部と開口部を通過した各部の画像を撮像する撮像手段と、この撮像手段で得られた各画像のデータを蓄積し、且つ共焦点画像を得る画像処理手段と、上記撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段と、

上記回転体の回転状態を検出する検出手段と、この検出手段からの検出信号と上記同期信号発生手段からの信号の位相とを同期制御させる制御手段と、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基づいて上記撮像手段を制御する信号を発生するトリガ信号発生手段と、を具備したことを特徴とする共焦点顕微鏡。

【請求項2】 試料に対して光を照射する照明手段と、この照明手段からの光及び試料からの光を集光するための倍率の異なる複数の対物レンズと、上記複数の対物レンズに対応し、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部を有する回転自在な回転体と、試料からの光より上記回転体の上記パターン部を通した画像を撮像する第1の撮像手段と、上記試料からの光より上記パターン部を通さない非共焦点成分のみの非共焦点画像を撮像する第2の撮像手段と、上記第1の撮像手段と第2の撮像手段で得られた各画像のデータを蓄積し、且つ共焦点画像を得る画像処理手段と、上記第1の撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段と、上記回転体の回転状態を検出する検出手段と、この検出手段からの検出信号と上記同期信号発生手段からの信号の位相とを同期制御させる制御手段と、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基づいて上記第1の撮像手段を制御する信号を発生するトリガ信号発生手段と、を具備したことを特徴とする共焦点顕微鏡。

【請求項3】 上記回転体は、同心円状に上記パターン部及び上記開口部が複数設けられていることを特徴とする請求項1及び2に記載の共焦点顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、試料の微細構造や3次元構造の形状を観察・測定するのに用いられる共焦点顕微鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の代表的な共焦点顕微鏡として、多数のピンホールをそのピンホール径の10倍の間隔で螺旋状に配置したNipkowディスクを用いた共焦点顕微鏡が知られている。このディスクを用いた共焦点顕微鏡の改良型の技術としては、R. Juskaitis、T. Wilsonらの“Efficient real-time confocal microscopy with whitelight sources”, Nature誌Vol. 383 Oct. 1996 p804-806. に記載されている技術がある。

【0003】図15は、このT. Wilsonらの共焦点顕微鏡の構成を示した図である。

【0004】図15に於いて、ハロゲン光源または水銀光源等の光源1から出射される光の光路上に、光学レンズ2と、偏光ビームスプリッタ3が配置されている。そして、ビームスプリッタ3の反射光路上には、回転ディスク4、対物レンズ5を介して図示矢印A方向に移動可能な試料6が配置されている。

【0005】上記回転ディスク4は、モータ7に連結されており、一定の回転速度で回転するようになっている。また、偏光ビームスプリッタ3の透過光路上には、集光レンズ8を介してCCDカメラ9が配置されている。試料6から反射された光に於いて、CCDカメラ9は、回転ディスク4の回転速度に同期して撮像タイミングが制御され、後述するピンホールパターン部4aと開口部4bを通過した画像を撮像する。このCCDカメラ9の画像信号の出力端子にはコンピュータ10が接続されており、該コンピュータ10での処理により、共焦点画像がモニタ11に表示されるようになっている。

【0006】上記回転ディスク4は、図16に示されるように構成されている。

【0007】すなわち、回転ディスク4には、ピンホール間隔がそのピンホール径とほぼ同じでランダムに配置されたランダムピンホールパターン部4aと、光が自由に通過できる開口部4bが設けられている。更に、回転ディスク4のランダムピンホール部4aと開口部4bとの間には、それぞれ光を遮断する遮光部4c及び4dが設けられている。

【0008】このような構成に於いて、光源1から出射された光は、光学レンズ2を通過して、偏光ビームスプリッタ3で反射され、一定の速度で回転する回転ディスク4に入射される。この回転ディスク4のピンホールパターン部4a及び開口部4bを通過した光が対物レンズ5によって結像され、試料6に入射される。

【0009】試料6から反射された光は、対物レンズ5

を介して、再度、回転ディスク4のランダムピンホール部4a及び開口部4bを通過し、更にビームスプリッタ3を透過して集光レンズ8を介し、CCDカメラ9で撮像される。CCDカメラ9は、上述したように、回転ディスク4の回転速度に同期して撮像タイミングが制御され、ランダムピンホール部4a及び開口部4bを通過した2つの画像を撮像する。

【0010】上記CCDカメラ9から出力された2つの画像信号は、コンピュータ10に蓄積されて、ランダムピンホール部4aで得られた非共焦点成分を含む共焦点画像データと、開口部4bから得られた非共焦点成分のみの非共焦点画像データでの差分演算を行うことによって、共焦点画像データとなる。そして、共焦点画像データは、モニタ11に共焦点画像として表示される。

【0011】尚、試料6の表面近傍の立体画像は、水平移動ステージに連結されたピエゾ素子によって、図示矢印A方向に試料6を移動させ、高さ方向の画像を複数得て、それら複数の画像を合成することにより、コンピュータ10から得られる。

【0012】Nipkowディスクを用いた共焦点顕微鏡に於いて、光源からの入射光に対して利用できる試料からの反射光は0.5~1%であったが、T. Wilsonらの共焦点顕微鏡では、入射光に対して利用できる反射光は25~50%であり、より明るい画像が得られると報告されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、Nipkowディスクを用いたディスクスキャン共焦点顕微鏡に於いて、セクション効果のある鮮明な画像を得るためには、対物レンズの倍率に対応したピンホールの大きさや適切なピンホール間隔にしなければならない。

【0014】例えば、特表平5-508235号公報によれば、Nipkowディスクを使用した共焦点顕微鏡では、同心円状にピンホールの大きさとピンホール間隔の異なる5種類のパターンが、1枚の回転ディスクに設けられている。この公報の好適な実施例の1つとして、Nipkowディスクには、ピンホール径が9 μ m、12.5 μ m、16 μ mと3種類あり、そのうち、12.5 μ mのピンホール径にはピンホール間隔が異なるものが3種類あり、合計5種類のパターンが設置されるように記載されている。また、もう1つの好適な実施例としては、別の5種類のパターンが掲げられている。

【0015】上述したNipkowディスクでは、最適な共焦点画像を得るには、1枚のNipkowディスクにつき5種類のパターンしか選択できない。上述した好適な実施例の2例のうち、どちらかの1枚Nipkowディスクに於いて、16.0または12.5 μ mのピンホール径のみは、ピンホール間隔が選択できるが、他のピンホール径に於いては、ピンホール間隔が選択できない。したがって、対物レンズの倍率によっては、鮮明な

共焦点画像が得られず、横分解能や縦分解能を低下させることがある。

【0016】また、WO97/31282(Oxford大学)に記載の技術では、回転ディスク上のピンホールパターンが1種類しか設けられていない。そのため、対物レンズの倍率に合わせたピンホールパターンを選択することができないので、最適な共焦点画像を得ることができないものであった。

【0017】更に、上述したT. Wilsonらの共焦点顕微鏡は、回転ディスクの回転ムラを生じた際に、CCDカメラの撮像タイミングと回転ディスクに連結されたモータ等の回転同期タイミングを合わせる機構がないので、高画質の共焦点画像を得ることができないという課題を有していた。

【0018】この発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、対物レンズの倍率に合わせた回転体上のパターンを選択することが可能で、且つCCDカメラ等の撮像手段と回転体との同期を取ることによって、画質の良い共焦点画像を得ることが可能な共焦点顕微鏡を提供することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】すなわち請求項1に記載の発明は、試料に対して光を照射する照明手段と、この照明手段からの光及び試料からの光を集光するための倍率の異なる複数の対物レンズと、上記複数の対物レンズに対応し、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部と、非共焦点成分のみの非共焦点画像データを得るための開口部と、光を遮断するための遮光部とを有する回転自在な回転体と、この回転体を所定方向に回転させる回転駆動手段と、この回転駆動手段で回転される上記回転体のパターン部と開口部を通過した各部の画像を撮像する撮像手段と、この撮像手段で得られた各画像のデータを蓄積し、且つ共焦点画像を得る画像処理手段と、上記撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段と、上記回転体の回転状態を検出する検出手段と、この検出手段からの検出信号と上記同期信号発生手段からの信号の位相とを同期制御させる制御手段と、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基づいて上記撮像手段を制御する信号を発生するトリガ信号発生手段と、を具備したことを特徴とする。

【0020】請求項2に記載の発明は、試料に対して光を照射する照明手段と、この照明手段からの光及び試料からの光を集光するための倍率の異なる複数の対物レンズと、上記複数の対物レンズに対応し、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部を有する回転自在な回転体と、試料からの光より上記回転体の上記パターン部を通した画像を撮像する第1の撮像手段と、上記試料からの光より上記パターン部を通さない非共焦点成分のみの非共焦点画像を撮像する第

2の撮像手段と、上記第1の撮像手段と第2の撮像手段で得られた各画像のデータを蓄積し、且つ共焦点画像を得る画像処理手段と、上記第1の撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段と、上記回転体の回転状態を検出する検出手段と、この検出手段からの検出信号と上記同期信号発生手段からの信号の位相とを同期制御させる制御手段と、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基いて上記第1の撮像手段を制御する信号を発生するトリガ信号発生手段と、を具備したことを特徴とする。

【0021】請求項3に記載の発明は、請求項1及び請求項2に記載の発明に於いて、上記回転体は、同心円状に上記パターン部及び上記開口部が複数設けられていることを特徴とする。

【0022】請求項1に記載の共焦点顕微鏡にあっては、照明手段によって試料に対して光が照射され、この照明手段からの光及び試料からの光が倍率の異なる複数の対物レンズにより集光される。上記複数の対物レンズに対応し、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部と、非共焦点成分のみの非共焦点画像データを得るための開口部と、光を遮断するための遮光部とを有する回転自在な回転体は、回転駆動手段によって所定方向に回転される。そして、この回転駆動手段で回転される上記回転体のパターン部と開口部を通過した各部の画像が、撮像手段で撮像される。この撮像手段で得られた各画像のデータは、画像処理手段にて蓄積されると共に共焦点画像が得られる。そして、上記撮像手段と同期した信号が発生される同期信号発生手段からの信号と、上記回転体の回転状態を検出する検出手段からの検出信号との位相とが、制御手段で同期制御される。更に、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基いて、上記撮像手段を制御する信号がトリガ信号発生手段により発生される。

【0023】この請求項1に記載の発明によれば、対物レンズの倍率に合わせた最適なパターン部を選択し、高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0024】請求項2に記載の共焦点顕微鏡にあっては、照明手段によって試料に対して光が照射され、この照明手段からの光及び試料からの光が倍率の異なる複数の対物レンズにより集光される。上記複数の対物レンズに対応し、試料から、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部を有する回転自在な回転体の上記パターン部を通した画像が、第1の撮像手段で撮像され、上記試料からの光より上記パターン部を通さない非共焦点成分のみの非共焦点画像が第2の撮像手段で撮像される。上記第1の撮像手段と第2の撮像手段で得られた各画像のデータは、画像処理手段で蓄積されると共に共焦点画像が得られる。また、上記第1の撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段からの信号と、上記回転体の回転状態を検出する検出

手段からの検出信号との位相とが、制御手段で同期制御される。そして、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基いて上記第1の撮像手段を制御する信号が、トリガ信号発生手段により発生される。

【0025】請求項2に記載の発明によれば、2つのCCDカメラを使用することによって、より高速処理で、高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0026】請求項3に記載の共焦点顕微鏡にあっては、請求項1及び請求項2に記載の協同点顕微鏡に於いて、上記回転体が、同心円状に上記パターン部及び上記開口部が複数設けられている。

【0027】請求項3に記載の発明によれば、回転体に多く種類のパターン部を設けることによって、低倍率から高倍率の対物レンズを利用して、最適なセクショニング効果を持ち、高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。

【0029】先ず、この発明の第1実施の形態に係る共焦点顕微鏡について説明する。

【0030】図1は、第1の実施の形態に係る共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

【0031】図1に於いて、ハロゲン光源または水銀光源等の光源15から出射される光の光路上に、光学レンズ16と、偏光ビームスプリッタ17が配置されている。そして、ビームスプリッタ17の反射光路上には、回転ディスク18、対物レンズ19aまたは19bを介して図示矢印B方向に移動可能な試料20が配置されている。

【0032】上記回転ディスク18はモータ21に連結されており、一定の回転速度で回転するようになっている。また、偏光ビームスプリッタ17の透過光路上には、集光レンズ22を介してCCDカメラ23が配置されている。そして、このCCDカメラ23により得られた画像は、コンピュータ24を介してモニタ25に表示されるようになっている。

【0033】このCCDカメラ23は、試料20から反射された光または蛍光に於いて、回転ディスク18の回転速度に同期して撮像タイミングが制御される。このCCDカメラ23の画像出力端子にはコンピュータ24が接続されており、該コンピュータ24での処理により、画像がモニタ25に表示されるようになっている。

【0034】上記回転ディスク18の近傍には、光検出素子27a及び27bが配置されており、これらの検出素子27a及び27bが、回転ディスク18に設けられた同期マーカ（詳細は後述する）の透過部を検出する。

【0035】上記モータ21は回転ディスク18と直結しており、モータ駆動回路29からの信号によって回転

制御されている。

【0036】同期信号発生手段であるビデオカメラ用同期信号発生器30は、CCDカメラ23の駆動に必要な同期信号を発生するもので、この発生された同期信号は制御回路28に入力される。また、ビデオカメラ用同期信号発生器30からの信号は、制御回路28に入力される。

【0037】この制御回路28では、ビデオカメラ用同期信号発生器30からの信号と、光検出素子27a（または27b）から発生された信号の位相が比較されるようになっている。上記モータ21の回転とCCDカメラ23の同期を取るため、制御回路28からの信号が、モータ駆動回路29とトリガ信号発生回路31に出力される。

【0038】上記トリガ信号発生回路31からは、制御回路28からの信号を受けると、トリガ信号が撮像手段であるCCDカメラ23に出力されるようになっている。このCCDカメラ23は、外部トリガ入力端子を有しているもので、トリガ信号が入力されると撮像が行われるようになっている。

【0039】対物レンズは、倍率が小さく開口数（NA）が小さい対物レンズ19aと、倍率が大きく開口数（NA）が大きい対物レンズ19bとがあり、図示されないレボルバ等、対物レンズ交換機構に接続されている。

【0040】回転体である回転ディスク18は、図2に示されるように、多数のピンホールがそのピンホール径と等間隔でランダムに配置されたピンホールパターン部18aと、該ピンホールパターン部18aのピンホール径と異なり等間隔でランダムに配置されたピンホールパターン部18b及び光が自由に通過できる開口部18cを有して成る。

【0041】上記ピンホールパターン部18aのピンホール径は、倍率が小さく、開口数（NA）が小さい対物レンズ19aに適したものである。ピンホールパターン部18bのピンホール径は、倍率が大きく、NAが大きい対物レンズ19bに適し、ピンホールパターン部18aのピンホール径よりも大きいものである。

【0042】更に、ピンホールパターン部18a、ピンホールパターン部18bは、鮮明な共焦点画像を得るために、回転ディスク18を中心とした扇形角度で90度乃至135度としている。また、開口部18cの扇形角度は、鮮明な共焦点画像を得るために、22.5度乃至35度としている。

【0043】ピンホールパターン部18a、ピンホールパターン部18b及び開口部18cの間には、遮光部18d、遮光部18e、遮光部18fが、それぞれ図示のように配置されている。

【0044】回転ディスク18の最外周部には、同期マーカ18g、同期マーカ18h、同期マーカ18iが配

置されている。図2に於いて、上記同期マーカ18g、同期マーカ18h、同期マーカ18iの斜線で示される部分は遮光されており、各同期マーカの白い部分は光が透過できる透過部である。

【0045】検出手段である光検出素子27a、27bは、上記同期マーカ18g、同期マーカ18h、同期マーカ18iの各々の透過部を検出する。

【0046】回転ディスク18の時計周りの回転により、同期マーカ18iの1つの透過部が光検出素子27aを通過する。これにより、ピンホールパターン部18aを通過した画像を得るために、光検出素子27aから1パルス信号が、制御手段である制御回路28に入力される。同様に、同期マーカ18gの2つの透過部、及び同期マーカ18hの3つの透過部に於いても、各々ピンホールパターン部18b、開口部18cを通過した画像を得るために、光検出素子27aから各々2パルス、3パルスの信号が、制御回路28に入力される。

【0047】回転ディスク18の同期マーカ18iから得られる光検出素子27aの1パルス信号によって、ピンホールパターン部18aを通過した画像のみが得られるように、制御回路28を介してトリガ信号発生回路31から信号が入力され、CCDカメラ23により撮像される。

【0048】また、回転ディスク18の同期マーカ18gから得られる光検出素子27aの2パルス信号によって、各々ピンホールパターン部18aを通過した画像のみが得られるように、制御回路28を介してトリガ信号発生回路31から信号が入力され、CCDカメラ23により撮像される。

【0049】同様に、回転ディスク18の同期マーカ18hから得られる光検出素子27aの3パルスの信号によって、開口部18cを通過した画像が常に得られるよう、トリガ信号発生回路31から信号が入力され、CCDカメラ23によって撮像される。

【0050】こうしてCCDカメラ23で撮像された映像信号は、画像処理手段であるコンピュータ24に入力される。

【0051】ところで、コンピュータ24は、図示されないレボルバ等の対物レンズ交換機構とつながっている。倍率が小さく開口数（NA）が小さい対物レンズ19aに対して、上記コンピュータ24は、ピンホールパターン部18aと開口部18cを通過した画像を得よう、制御回路28に記憶させる。

【0052】同期マーカ18iと同期マーカ18hによって得られる光検出素子27aからの1パルスと3パルス信号が制御回路28に入力されたとき、制御回路28の信号がトリガ信号発生回路31に入力され、トリガ信号がCCDカメラ23に送られる。CCDカメラ23では、ピンホールパターン部18aと開口部18cを通過した画像のみが撮像される。

【0053】一方、倍率が大きく開口数(NA)が大きい対物レンズ19bに対して、コンピュータ24は、ピンホールパターン部18bと開口部18cを通過した画像が得るように制御回路28に記憶させる。

【0054】この場合、同期マーカ18gと同期マーカ18hから得られる光検出素子27aからの2パルスと3パルス信号が制御回路28に入力されたとき、該制御回路28からの信号がトリガ信号発生回路31へ入力され、トリガ信号がCCDカメラ23に送られる。CCDカメラ23では、ピンホールパターン部18bと開口部18cを通過した画像のみが撮像される。

【0055】そして、コンピュータ24では、ピンホールパターン部18a(またはピンホールパターン部18b)を通過した非共焦点成分を含む共焦点画像データと、開口部18cを通過した非共焦点成分のみである非共焦点画像データとの差分演算が行われる。そして、この演算結果である共焦点画像データが、モニタ25に出力されて表示される。

【0056】更に、上記モータ21は、図示されない自動的な駆動機構によって、図示矢印C方向に移動自在とされている。つまり、モータ21が図示矢印C方向に移動自在であるために、図3に示されるような構成の回転ディスク33を利用することも可能である。

【0057】図3は、この第1の実施の形態に於ける回転ディスクの他の構成例を示した図である。

【0058】回転ディスク33の外周側には、ランダムに等間隔に配置された多数のピンホールを有するピンホールパターン部33a、33bが設けられている。そして、回転ディスク33のピンホールパターン部33a、33bの内周側には、ランダムで等間隔配置のピンホールパターン部33c、33dが、それぞれ設けられている。各々のピンホールパターン部のピンホール径は、ピンホールパターン部33c、ピンホールパターン部33a、ピンホールパターン部33b、ピンホールパターン部33dの順に大きくなっている。

【0059】更に、回転ディスク33には、光を自由に通過できる開口部33eが、上記ピンホールパターン部33a、33cとピンホールパターン部33b、33dの間に設けられている。

【0060】図2に示される回転ディスク18と同様に、回転ディスク33の中心に対してピンホールパターン部33a、33b、33c、33dの扇形角度は、90度乃至135度となっている。また、開口部33eの扇形角度は、22.5度乃至35度となっている。

【0061】上記各ピンホールパターン部と開口部33eとの間には、光を遮断する遮光部33f、遮光部33g、遮光部33hが設けられている。更に、回転ディスク33の最外周部には、光検出素子27a、27bの検出部にて検出されるべく同期マーカ33i、同期マーカ33j、同期マーカ33kが配置されるようになってい

る。

【0062】回転ディスク33の外周側であるピンホールパターン部33a、33b及び開口部33eが光路上に配置されたとき、光検出素子27aが配置されている位置に回転ディスク33の最外周部が相対する。一方、内周側であるピンホールパターン部33c、33d及び開口部33eが光路上に配置されたときは、光検出素子27bが配置された位置に回転ディスク33の最外周部が相対するようになっている。

【0063】回転ディスク33の場合、図示されないレボルバ等の対物レンズ交換機構とコンピュータ24が連動している。そして、ピンホールパターン部33a、33b、33c、33dに対応した、図示されない4種類の対物レンズが、上記対物レンズ交換機構に接続されている。

【0064】この共焦点顕微鏡は、図示されない特定の対物レンズが光路上に挿入されると、その特定の対物レンズに対応したピンホールパターン部が回転ディスク33の外周側にあるか内周側にあるかをコンピュータ24に予め記憶させておき、光路上に特定のピンホールパターン部が入るように自動的に回転ディスク33が移動する機構を有している。

【0065】回転ディスク33の同期マーカ33kから得られる光検出素子27a(または光検出素子27b)の1パルス信号が制御回路28を介してトリガ信号発生回路31に入力されると、このトリガ信号発生回路31からは、ピンホールパターン部33a(またはピンホールパターン部33c)を通過した画像が得られるようなタイミングで、トリガ信号がCCDカメラ23に出力されるようになっている。

【0066】同様に、回転ディスク33の同期マーカ33iから得られる光検出素子27a(または光検出素子27b)の2パルス信号が、制御回路28を介してトリガ信号発生回路31に入力されると、このトリガ信号発生回路31からピンホールパターン部33b(またはピンホールパターン部33d)を通過した画像のみが得られるようなタイミングで、トリガ信号がCCDカメラ23に出力されるようになっている。

【0067】更に、回転ディスク33の同期マーカ33jから得られる光検出素子27a(または光検出素子27b)の3パルスの信号が、制御回路28を介して開口部33eを通過した画像が常に得られるように、トリガ信号発生回路31からトリガ信号がCCDカメラ23に出力されるようになっている。

【0068】このように、トリガ信号発生回路31からのトリガ信号に基づいて、CCDカメラ23は、ピンホールパターン部33a(ピンホールパターン部33bまたは33c或いは33d)や開口部33eを通過した画像を撮像する。そして、CCDカメラ23からの画像信号は、画像処理手段であるコンピュータ24に入力され

る。

【0069】コンピュータ24では、ピンホールパターン部33a（またはピンホールパターン部33b、33c或いは33d）を通過した非共焦点成分を含む共焦点画像データと、開口部33eを通過した非共焦点成分のみである非共焦点画像データとの差分演算が行われる。そして、演算結果である共焦点画像データが、コンピュータ24からモニタ25に共焦点画像として出力される。

【0070】このような構成に於いて、図2に示される回転ディスク18を使用した場合について説明する。

【0071】光源15からの光は、光学レンズ16により均一光となり、偏光ビームスプリッタ17で反射されて回転ディスク18上に入射される。この入射された光は、回転ディスク18のピンホールパターン部18aまたはピンホールパターン部18b、或いは開口部18cを通過して、対物レンズ19a（または19b）によって結像され、試料20上に照射される。

【0072】そして、試料20からの光は、対物レンズ19a（または19b）で集光され、回転ディスク18のピンホールパターン部18aまたはピンホールパターン部18b或いは開口部18cを通過する。回転ディスク18を通過した試料20からの光は、偏光ビームスプリッタ17で透過された後、集光レンズ22で集光されて、CCDカメラ23へ送られる。

【0073】一方、ビデオカメラ用同期信号発生器30からの発生信号は、制御回路28に入力される。この制御回路28では、ビデオカメラ用同期信号発生器30からの信号と光検出素子27a及び27bから発生された信号の位相が比較される。そして、モータ21の回転同期とCCDカメラ23の撮像タイミングの同期が合うように、制御回路28からの出力信号がモータ駆動回路29とトリガ信号発生回路31に供給される。尚、モータ駆動回路29から出力される信号はモータ21へ送られ、これにより、モータ21は回転制御される。

【0074】ここで、倍率が小さく開口数（NA）が小さい対物レンズ19aが光路上に配置された時、図示されない対物レンズ交換機構と接続されたコンピュータ24は、回転ディスク18のピンホールパターン部18aと開口部18cの画像が得られるように、制御回路28に信号を出力する。

【0075】回転ディスク18の同期マーカ18iと同期マーカ18hによって、光検出素子27aから1パルスと3パルスの信号が発生した時だけ、制御回路28により、トリガ信号発生回路31から出力されたトリガ信号がCCDカメラ23に送信される。

【0076】このCCDカメラ23では、上記トリガ信号が入力されることによって、ピンホールパターン部18aから得られる非共焦点成分を含む共焦点画像と、開口部18cから得られる非共焦点成分のみの非共焦点画

像が撮像される。

【0077】コンピュータ24では、撮像されたピンホールパターン部18aと開口部18cの各々の画像が取込まれ、差分演算された共焦点画像データが得られる。この共焦点画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0078】一方、倍率が大きく開口数（NA）が大きい対物レンズ19bが光路上に配置された時は、図示されない対物レンズ交換機構と接続されたコンピュータ24は、回転ディスク18のピンホールパターン部18bと開口部18cの画像が得られるように、制御回路28に信号を出力する。

【0079】回転ディスク18の同期マーカ18gと同期マーカ18hによって、光検出素子27aから2パルスと3パルスの信号が発生された時だけ、制御回路28により、トリガ信号発生回路31からCCDカメラ23にトリガ信号が送信される。

【0080】このトリガ信号が入力されることによって、CCDカメラ23では、ピンホールパターン部18bから得られる非共焦点成分を含む共焦点画像と、開口部18cから得られる共焦点成分のみの非共焦点画像が撮像される。

【0081】コンピュータ24では、撮像されたピンホールパターン部18bと開口部18cの各々の画像データが取込まれ、差分演算された共焦点画像データを得る。この共焦点画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0082】次に、上述した構成に於いて、図2に示される回転ディスク18に代えて図3に示される回転ディスク33を使用した場合の例について説明する。

【0083】ある対物レンズが光路上に配置された場合、コンピュータ24によって、モータ21に接続された図示されない駆動機構によって、上記対物レンズに対応した回転ディスク33のピンホールパターン部（33a、33b、33c及び33d）が光路上に配置される。そして、例えば、ピンホールパターン33aに最適な、ある対物レンズが光路上に配置された場合、光検出素子27aが使用される。

【0084】その光検出素子27aに回転ディスク33の同期マーカ33kと同期マーカ33jが通過した時、光検出素子27aから1パルスと3パルス信号が、制御回路28に入力される。すると、回転ディスク33のピンホールパターン部33aと開口部33eを通過した画像が得られるように、制御回路28から信号が出力され、この出力信号がトリガ信号発生回路31に入力される。

【0085】更に、トリガ信号発生回路31のトリガ信号が、CCDカメラ23に送られる。その結果、上記トリガ信号発生回路31のトリガ信号により、CCDカメラ23では、ピンホールパターン部33aと開口部33

eを通過した画像が撮像される。

【0086】ピンホールパターン部33aから得られる非共焦点成分を含む共焦点画像データと、開口部33eから得られる非共焦点成分のみの非共焦点画像データは、コンピュータ24に入力されて差分演算される。この差分演算された画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0087】また、ピンホールパターン部33dに最適な、ある対物レンズが光路上に配置された場合、回転ディスク33の内周側が光路上に配置されるように回転ディスク33が図示矢印C方向に移動され、この場合光検出素子27bが使用される。

【0088】上述したピンホールパターン33aを通過した画像を撮ることと同様な方法で、回転ディスク33の同期マーカ33iと同期マーカ33jによって、ピンホールパターン部33dと開口部33eを通過した画像のみが、CCDカメラ23で撮像される。

【0089】ピンホールパターン部33dから得られた非共焦点成分を含む共焦点画像データと、開口部33eから得られた非共焦点成分のみの非共焦点画像データは、コンピュータ24に入力されて差分演算される。この差分演算された画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0090】尚、試料20の表面近傍の立体画像は、試料20を水平移動ステージ等に取り付けたピエゾ素子によって、図1に示される矢印B方向に移動させて、コンピュータ24により高さ方向の複数の画像を合成することで得られる。

【0091】また、ピンホール径がランダムに配置された回転ディスク33を利用しているが、更に、図4に示されるような回転ディスク34を用いても良い。

【0092】この回転ディスク34は、ラインが等間隔に配列されたラインパターン部34aと、このラインパターン部34aと異なるライン幅を有するラインパターン部34bと、光が自由に透過できる開口部34cと、これらラインパターン部34a、34b、開口部34cの間に配置された遮光部34d、34e、34fとから構成されている。更に、この回転ディスク34の最外周部には、同期マーカ34g、同期マーカ34h、同期マーカ34iが配置されている。

【0093】このように構成された回転ディスク34を用いたものでも、上述した共焦点顕微鏡の構成及び動作が適用される。

【0094】尚、図2、図3、図4の各々の回転ディスク18、33、34の同期マーカの位置は、当該ディスク18、33、34とCCDカメラ23の撮像タイミングの同期をとり、適切な画像をとることができれば、特に実施の形態のものに限られるものではない。

【0095】上記のような構成及び動作とした結果、対物レンズの倍率に合わせた最適なピンホールパターンを

選択することができ、セクショニング効果が高く、高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0096】また、回転ディスク18、33、34とCCDカメラ23の画像信号の同期をとっていることから、ディスクの偏心やモータ軸の摩擦変動によるディスクの回転ムラを回避することができるので、より高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0097】次に、この発明の第2の実施の形態について説明する。

【0098】図5は、この発明の第2の実施の形態に係る共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

【0099】尚、以下に述べる実施の形態に於いて、上述した第1の実施の形態と同一部分には同一の参照番号を付してその説明は省略する。

【0100】図5に示されるように、検出手段である光検出素子27a、27bは、回転体である回転ディスク35に設けられた、後述する同期マーカ35e、同期マーカ35fを検出する。

【0101】対物レンズ19a（または19b）で集光された試料20からの反射光は、偏光ビームスプリッタ36を透過して回転ディスク35を通過して、CCDカメラ23で撮像されるものと、偏光ビームスプリッタ36で反射されて集光レンズ37で集光され、CCDカメラ38で撮像されるものがある。CCDカメラ23とCCDカメラ38で得られた試料20からの反射光である両画像信号は、コンピュータ24に供給される。

【0102】図1と同様に、トリガ信号発生回路31は、制御回路28からの信号を受けると、トリガ信号を撮像手段であるCCDカメラ23に出力するようになっている。また、CCDカメラ38は試料20からの反射光または蛍光を常に撮像する。そして、コンピュータ24には、直接、上記反射光または蛍光で得られる非共焦点成分のみの非共焦点画像データが入力される。

【0103】回転体である回転ディスク35は、多数のピンホールがそのピンホール径の等間隔でランダムに配置されたピンホールパターン部35aと、このピンホールパターン部35aのピンホール径と異なり等間隔でランダムに配置されたピンホールパターン部35bを有している。

【0104】上記ピンホールパターン部35aのピンホール径は、対物レンズ19aに適したものである。また、ピンホールパターン部35bのピンホール径は、対物レンズ19bに適しているもので、ピンホールパターン部35aのピンホール径よりも大きいものである。

【0105】更に、ピンホールパターン部35a及びピンホールパターン部35bは、回転ディスク35を中心とした扇形角度が90度乃至135度とされている。

【0106】また、ピンホールパターン部35aとピンホールパターン部35bの間には、遮光部35c、遮光部35dが配置されている。そして、回転ディスク35

の最外周部には、同期マーカ35e、同期マーカ35fが配置されるようになっている。

【0107】尚、図6に示される回転ディスク35に於いて、同期マーカ35e、同期マーカ35fの斜線部は遮光されており、白い部分は光が透過できる透過部である。

【0108】このように構成された回転ディスク35の時計周りの回転により、光検出素子27aに同期マーカ35fが通過すると、ピンホールパターン部35aを通過した画像を得るために、光検出素子27aからの1パルス信号が制御回路28に入力される。この制御回路28からの信号は、タイミング良くCCDカメラ23で撮像するために、トリガ信号発生回路31に送られる。

【0109】同様に、光検出素子27aに同期マーカ35eが通過することによって、ピンホールパターン部35bを通過した画像を得るために、光検出素子27aからの2パルスの信号が制御回路28に入力される。この制御回路28からの信号は、トリガ信号発生回路31に送られる。

【0110】また、図5に示されるように、モータ21は矢印C方向に移動可能であるため、図7に示されるような構成の回転ディスク39を利用することができる。

【0111】すなわち、回転ディスク39の外周側には、ランダムに等間隔に配置された多数のピンホールを有するピンホールパターン部39a、39bが設けられている。そして、回転ディスク39の内周側には、ランダムで等間隔配置のピンホールパターン部39c、39dが設けられている。各々のピンホールパターン部のピンホール径は、ピンホールパターン部39c、ピンホールパターン部39a、ピンホールパターン部39b、ピンホールパターン部39dの順に大きくなっている。

【0112】回転ディスク35と同様に、回転ディスク39の中心に対してピンホールパターン部39a、39b、39c、39dの扇形角度は、90度乃至135度となっている。

【0113】また、各ピンホールパターン部の間には、光を遮断する遮光部39f、遮光部39gが配置されている。そして、回転ディスク39の最外周部には、光検出素子27a、光検出素子27bの検出部に対応して、同期マーカ39g、同期マーカ39hが配置されるようになっている。

【0114】回転ディスク39の外周側であるピンホールパターン部39a、39bが光路上に配置されたときは、光検出素子27aが配置されている位置に回転ディスク39の最外周部が相対する。一方、内周側であるピンホールパターン部39c、39dが光路上に配置されたときは、光検出素子27bが配置された位置に回転ディスク39の最外周部が相対するようになっている。

【0115】回転ディスク39の場合、ピンホールパターン部39a、39b、39c、39dに対応した、図

示されない4種類の対物レンズが対物レンズ交換機構に接続されている。

【0116】そして、この共焦点顕微鏡は、図示されない特定の対物レンズが光路上に入ると、その対物レンズに対応したピンホールパターン部が、回転ディスク39の外周側にあるか、内周側にあるかをコンピュータ24に予め記憶させておき、光路上に特定のピンホールパターン部が入るように自動的に回転ディスク39が移動する機構を有している。

【0117】回転ディスク39の同期マーカ39hから得られる光検出素子27a（または27b）の1パルス信号が、制御回路28を介してトリガ信号発生回路31に入力される。すると、ピンホールパターン部39a（またはピンホールパターン部39c）を通過した画像が得られるようなタイミングで、トリガ信号発生回路31からトリガ信号が、CCDカメラ23に出力されるようになっている。

【0118】同様に、回転ディスク39の同期マーカ39gから得られる光検出素子27a（または27b）の2パルス信号が、制御回路28を介してトリガ信号発生回路31に入力される。すると、ピンホールパターン部39b（またはピンホールパターン部39d）を通過した画像のみが得られるようなタイミングで、トリガ信号発生回路31からトリガ信号が、CCDカメラ23に出力されるようになっている。

【0119】これらのトリガ信号発生回路31から出力されるトリガ信号に基いて、CCDカメラ23は、ピンホールパターン部39a（または39b、39c、或いは39d）を通過した画像を撮像する。更に、CCDカメラ23からの画像信号は、画像処理手段であるコンピュータ24に入力される。

【0120】コンピュータ24は、ピンホールパターン部39a（またはピンホールパターン部39b、39c或いは39d）を通過した非共焦点成分を含む共焦点画像データと、試料20からの反射光を偏光ビームスプリッタ36を介して直接CCDカメラ38で撮像した非共焦点成分のみである非共焦点画像データとの差分演算をコンピュータ24で行い、共焦点画像をモニタ25に出力する。

【0121】このような構成に於いて、図6に示される回転ディスク35を使用した場合について説明する。

【0122】光源15からの光は、光学レンズ16により均一光となり、偏光ビームスプリッタ17で反射されて、回転ディスク35上に入射される。回転ディスク35のピンホールパターン部35a（またはピンホールパターン部35b或いは開口部35c）を光が通過し、対物レンズ19a（または19b）によって結像され、試料20上に照射される。

【0123】そして、試料20からの反射光または蛍光は、対物レンズ19a（または19b）で集光される。

偏光ビームスプリッタ36を透過した試料20からの光は、回転ディスク35のピンホールパターン部35a、35bを通過する。回転ディスク35を通過した試料20からの光は、偏光ビームスプリッタ17を透過した後、集光レンズ22で集光される。

【0124】一方、偏光ビームスプリッタ36で反射された試料20からの光は、集光レンズ37で集光されて、CCDカメラ38で撮像される。

【0125】制御回路28では、ビデオカメラ用同期信号発生器30からの信号と光検出素子27aから発生された信号の位相が比較される。そして、制御回路28からの出力信号は、モータ21の回転とCCDカメラ23の撮像タイミングが同期するように、モータ駆動回路29とトリガ発生回路31に送信される。

【0126】ここで、対物レンズ19aが光路上に配置された時、図示されない対物レンズ交換機構と接続されたコンピュータ24は、回転ディスク35のピンホールパターン部37aの画像が得られるように、制御回路28に信号を出力する。

【0127】回転ディスク35の同期マーカ35fによって、光検出素子27aから1パルスの信号が発生した時だけ、制御回路28により、トリガ信号発生回路31から出力されたトリガ信号がCCDカメラ23に送信される。

【0128】上記トリガ信号が入力されることによって、上記CCDカメラ23では、ピンホールパターン部35aから得られる非共焦点成分を含む共焦点画像が撮像される。

【0129】コンピュータ24では、CCDカメラ23で撮像されたピンホールパターン部35aを通過した画像データと、CCDカメラ38で撮像された画像データが取込まれ、各画像データ間で差分演算された共焦点画像データが得られる。この共焦点画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0130】一方、対物レンズ19bが光路上に配置された時、図示されない対物レンズ交換機構と接続されたコンピュータ24は、回転ディスク35のピンホールパターン部35bの画像が得られるように、制御回路28に信号を出力する。

【0131】回転ディスク35の同期マーカ35eによって、光検出素子27aから2パルスの信号が発生した時だけ、制御回路28によって、トリガ信号発生回路31からCCDカメラ23にトリガ信号が送信される。

【0132】このトリガ信号が入力されることによって、CCDカメラ23では、ピンホールパターン部35bから得られる非共焦点成分を含む共焦点画像が撮像される。

【0133】コンピュータ24では、CCDカメラ23で撮像されたピンホールパターン部35bを通過した画像データと、CCDカメラ38で撮像された画像データ

が取込まれ、各画像データ間で差分演算された共焦点画像データが得られる。この共焦点画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0134】次に、上述した構成に於いて、図6に示される回転ディスク35に代えて図7に示される回転ディスク39を使用した場合の例について説明する。

【0135】ある対物レンズが光路上に配置された場合、コンピュータ24によって、予め決められた回転ディスク39が、モータ21に接続された駆動機構によって移動され、上記対物レンズに対応したピンホールパターン部(39a、39bまたは39c或いは39d)が光路上に配置される。

【0136】そして、例えば、ピンホールパターン部39aに最適な、ある対物レンズが光路上に配置された場合、図示されない対物レンズ交換機構と連動したコンピュータ24によって、回転ディスク39の同期マーカ39hの光検出素子27aからの2パルス信号のみを得ることが、制御回路28に送られる。

【0137】そして、回転ディスク39の同期マーカ39hを通過した時に、光検出素子27aから1パルス信号が、制御回路28に入力される。回転ディスク39のピンホールパターン部39aを通過した画像が得られるように、制御回路28の信号がトリガ信号発生回路31に入力される。

【0138】更に、トリガ信号発生回路31からのトリガ信号が、CCDカメラ23に送られる。上記トリガ信号発生回路31のトリガ信号から、CCDカメラ23では、ピンホールパターン部39aを通過した画像が撮像される。

【0139】また、偏光ビームスプリッタ36で反射した試料20からの光は、集光レンズ37で集光されて、CCDカメラ38で撮像される。

【0140】CCDカメラ23で撮像されたピンホールパターン部39aを通過した非共焦点成分を含む共焦点画像データと、試料20からの反射光を直接CCDカメラ38で撮像した非共焦点成分のみの非共焦点画像データが、コンピュータ24に入力され、ここで差分演算される。この差分演算された画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0141】ビデオカメラ用同期信号発生器30からの信号と、光検出素子27bから発生された信号の位相が制御回路28にて比較され、この制御回路28からの出力信号が、モータ21の回転とCCDカメラ23の撮像タイミングが同期するように、モータ駆動回路29とトリガ信号発生回路31に送信される。

【0142】ピンホールパターン部39dに最適な、ある対物レンズが光路上に配置された場合、回転ディスク39は、この回転ディスク39の内周側が光路上に配置されるように移動する。光検出素子27bを通過した回転ディスク39の同期マーカ39gによって、ピンホー

ルパターン部39dを通過した画像のみが、CCDカメラ23で撮像される。

【0143】CCDカメラ23から得られたピンホールパターン部39dを通過した非共焦点成分を含む共焦点画像データと、CCDカメラ38から得られたピンホールパターン部39dを通過しない非共焦点成分のみの非共焦点画像データは、コンピュータ24に入力され、ここで差分演算される。この差分演算された画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0144】尚、試料20の表面近傍の立体画像は、試料20を水平移動ステージ等に取り付けたピエゾ素子によって、図5に於いて矢印B方向に移動されて、コンピュータ24によりある高さ毎の複数の画像が合成されて得られる。

【0145】このように、第2の実施の形態に於いて、ピンホール径がランダムに配置された回転ディスク35を利用しているが、更に図8に示されるような回転ディスク40を用いても良い。

【0146】この回転ディスク40は、ラインを等間隔に配列したラインパターン部40aと、このラインパターン部40aと異なるライン幅を有するラインパターン部40bと、これらラインパターン部40a、40bの間に配置された遮光部40c、40dとから構成されている。更に、この回転ディスク40の最外周部には、同期マーカ40e、同期マーカ40fが配置されている。

【0147】このように構成された回転ディスク40を用いたものでも、上述した共焦点顕微鏡の構成及び動作が適用される。

【0148】そして、上記のような構成及び動作とした結果、対物レンズの倍率に合わせた最適なピンホールパターンを選択することができ、セクショニング効果が高く、高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0149】また、回転ディスク35、39、40とCCDカメラ23の画像信号の同期をとっていることから、ディスクの偏心やモータ軸の摩擦変動によるディスクの回転ムラを回避できるので、より高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0150】尚、上述した第1及び第2の実施の形態に於いて、回転ディスク18、33、34のパターン部、開口部、及び回転ディスク35、39、40のパターン部の回転中心に対する扇形角度を規定したが、撮像速度を自在に可変できるCCDカメラを用いることによって、扇形角度を小さくできることも本発明に適用可能である。その適用より、5種類以上のピンホールパターン部、ラインパターン部を回転ディスクに配置することができる。

【0151】また、図6、図7、図8の各々の回転ディスク35、39、40の同期マーカの位置は、CCDカメラ23の撮像タイミングと回転ディスクの同期をとり、適切な画像をとることができれば、特に実施の形態

のものに限られるものではない。

【0152】また、上述した第2の実施の形態に於いて、回転ディスク33、39は、4つのピンホールパターン部を有しているディスクを適用しているが、この発明はこれに限られることなく、3個以上の光検出素子が配置でき、回転ディスク33、39を大きくするか、或いは回転走査時に種々のパターン部を撮像することができれば、回転ディスク上に同心円状に5種類以上のパターン部を配置しても良い。

【0153】次に、図9乃至図11を参照して、この発明の第3の実施の形態を説明する。

【0154】上述した第1及び第2の実施の形態では回転体として回転ディスクを用いた例で説明したが、この第3の実施の形態では回転体として回転円筒を用いた例について説明する。

【0155】図9はこの発明の第3の実施の形態に係る共焦点顕微鏡に使用される回転円筒の構成を示した斜視図、図10は図9の回転円筒の断面透視図、図11はこの発明の第3の実施の形態に係る共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

【0156】回転体である回転円筒41は、モータ21に接続された駆動軸42によって所定方向に回転する。また、回転円筒41の円滑な回転を得るために、補助回転軸43及び44が回転体41の内側に設けられている。

【0157】回転円筒41は、図2に示される回転ディスク18と同様なピンホール間隔でランダムに配置されたピンホールパターン部41a、41bと、光が自由に通過できる開口部41cを有して成る。また、ピンホールパターン部41a、41b及び開口部41cの間には、光を遮断する遮光部41d、41e、41fが配置されている。

【0158】回転円筒41の円周側に対するピンホールパターン部41a、41b及び開口部41cの長さは、CCDカメラ23で撮像可能なタイミングが図れるような長さで設けられる。この回転円筒41の片側縁部には、同期マーカ41g、41h、41iが設けられている。これらの同期マーカ41g、41h、41iには、上述した回転ディスク18と同様に、ピンホールパターン部41a、41b、開口部41cを光検出素子27で認識できるように遮光部分と透過部分が設けられている。

【0159】尚、図2に示される回転ディスク18と同様に、回転円筒41の中心に対してピンホールパターン部41a、41b、41c、41dの扇形角度は、90度乃至135度となっている。また、開口部41eの扇形角度は、22.5度乃至35度となっている。

【0160】図10に示されるように、回転円筒41の中心付近に、光源15からの光を試料20に入射するための反射ミラー45が設けられている。そして、回転円

筒41を通過した試料20からの光がCCDカメラ23で撮像できるように、回転円筒41の中心付近に偏光ビームスプリッタ17が設けられている。

【0161】また、対物レンズ19a、19bは、上述した第1及び第2の実施の形態と同様な構成であり、図示されないレボルバ等に対物レンズ交換機構によって接続されている。

【0162】このような構成に於いて、光源15からの光は、光学レンズ16により均一光となり、反射ミラー45で反射されて、偏光ビームスプリッタ17を透過し、回転円筒41上に入射される。回転円筒41のピンホールパターン部41aまたはピンホールパターン部41b、或いは開口部41cを光が通過し、対物レンズ19a（または19b）によって結像され、試料20上に照射される。

【0163】そして、試料20からの光は、対物レンズ19a（または19b）で集光され、回転円筒41のピンホールパターン部41aまたはピンホールパターン部41b、或いは開口部41cを通過する。回転円筒41を通過した試料20からの光は、偏光ビームスプリッタ17で反射された後、集光レンズ22で集光され、CCDカメラ23へ送られる。

【0164】ビデオカメラ用同期信号発生器30からの発生信号は、制御回路28に入力される。そして、ビデオカメラ用同期信号発生器30からの信号と光検出素子27から発生された信号との位相が、制御回路28で比較される。この制御回路28から出力される信号は、モータ21の回転同期とCCDカメラ23の撮像タイミングの同期が合うように、モータ駆動回路29とトリガ信号発生回路31に送信される。モータ駆動回路29の信号はモータ21へ供給され、これによりモータ21は回転制御される。

【0165】対物レンズ19aが光路上に配置された時、図示されない対物レンズ交換機構と接続されたコンピュータ24は、回転円筒41のピンホールパターン部41aと開口部41cの画像が得られるように、制御回路28に信号を入力する。回転円筒41の同期マーク41iと同期マーク41hによって、光検出素子27から1パルスと3パルスの信号が発生した時だけ、制御回路28を介してトリガ信号発生回路31からのトリガ信号がCCDカメラ23に送信される。

【0166】トリガ信号が入力されることによって、CCDカメラ23では、ピンホールパターン部41aから得られる非共焦点成分を含む共焦点画像と、開口部41cから得られる非共焦点成分のみの非共焦点画像が撮像される。コンピュータ24には、撮像されたピンホールパターン部41aと開口部41cの各々の画像データが取込まれる。そして、ここで差分演算された共焦点画像データが得られる。この共焦点画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0167】一方、対物レンズ19bが光路上に配置された時は、図示されない対物レンズ交換機構と接続されたコンピュータ24は、回転円筒41のピンホールパターン部41bと開口部41cの画像データが得られるように、制御回路28に信号が入力される。

【0168】回転円筒41の同期マーク41gと同期マーク41hによって、光検出素子27から2パルスと3パルスの信号が発生した時だけ、制御回路28を介してトリガ信号発生回路31から、CCDカメラ23にトリガ信号が送信される。トリガ信号が入力されることによって、CCDカメラ23は、ピンホールパターン部41bから得られる非共焦点成分を含む共焦点画像と、開口部41cから得られる非共焦点成分のみの非共焦点画像が撮像される。

【0169】コンピュータ24は、撮像されたピンホールパターン部41bと開口部41cの各々の画像データが取込まれ、差分演算された共焦点画像データが得られる。この共焦点画像データは、モニタ25上に共焦点画像として映し出される。

【0170】尚、試料20の表面近傍の立体画像は、試料20を水平移動ステージ等に取付けたピエゾ素子によって、図10及び図11の矢印B方向に移動させて、コンピュータ24により、高さ方向の複数の画像が合成されて立体画像が得られる。

【0171】このような構成及び動作をすることにより、対物レンズの倍率に合わせた最適なピンホールパターンを選択することができ、セクションング効果が高く、高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0172】ところで、第3の実施の形態のように、回転体として回転円筒を使用した場合でも、図9に示される回転円筒41に代えて図12に示される構成の回転円筒46を使用しても良い。

【0173】図12は第3の実施の形態に係る共焦点顕微鏡に使用される回転円筒の他の構成例を示した斜視図、図13は図12の回転円筒の断面透視図、図14は図12の回転円筒を使用した共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

【0174】回転円筒46の光検出素子27b側には、ランダムに等間隔に配置された多数のピンホールを有するピンホールパターン部46a、46bが設けられている。そして、回転円筒46の光検出素子27a側でピンホールパターン部46a、46bと隣接して、ランダムで等間隔配置のピンホールパターン部46c、46dが、それぞれ設けられている。

【0175】更に、回転円筒46には、光を自由に通過できる開口部46eが、上記ピンホールパターン部46a、46cとピンホールパターン部46b、46dの間に設けられている。

【0176】上記各ピンホールパターン部と開口部46eとの間には、光を遮断する遮光部46f、遮光部46

g、遮光部46hが設けられている。更に、回転円筒46の両縁部には、それぞれ光検出素子27a、27bの検出部にて検出されるべく同期マーカ46i、同期マーカ46j、同期マーカ46kが配置されるようになっている。

【0177】また、図13及び図14に示されるように、回転円筒46は矢印D方向で移動可能である。そして、回転円筒46のピンホールパターン部46a、46b及び開口部46eが光路上に配置されたときは、光検出素子27bが配置されている位置に回転円筒46の縁部が相対する。一方、ピンホールパターン部46c、46d及び開口部46eが光路上に配置されたときは、光検出素子27aが配置された位置に回転円筒46の縁部が相対するようになっている。

【0178】このように、回転円筒46が使用された場合についても、図3に示される回転ディスク33と同様に、多くのピンホールパターン部が利用できることによって、低倍率から高倍率の対物レンズを使用することができ、対物レンズの倍率にあった鮮明な共焦点画像を得ることができる。

【0179】また、回転円筒の回転状態とモータの回転をコントロールする制御回路によって、回転円筒46とCCDカメラ23の画像信号の同期をとっているため、高画質の共焦点画像を得ることができる。

【0180】更に、上述した第3の実施の形態に於いて、回転円筒41及び46は、各々2種類、4種類のピンホールパターン部を有しているものを適用したが、これに限られるものではない。例えば、この発明は、高速度CCDカメラやCCDカメラの撮像タイミングが適するものであれば、回転円筒41、46のピンホールパターン部を、各々3種類以上、5種類以上配置したものであっても良い。その結果、異なった倍率で多くの種類の対物レンズを利用して鮮明な共焦点画像を得ることができる。

【0181】また、図9、図12の各々の回転円筒41、46の同期マーカの位置は、CCDカメラ23の撮像タイミングと回転ディスクの同期をとり、適切な画像をとることができれば、特に実施の形態のものに限られるものではない。

【0182】また、上述した実施の形態に於いて、回転ディスクに於けるピンホールパターン部（ラインパターン部）と開口との比は4：1が適しているが、この比は回転ディスクの比でなく、ソフトウェアの処理により決定するようにしても良いものである。

【0183】尚、この発明の上記実施の形態によれば、以下の如き構成を得ることができる。

【0184】すなわち、

(1) 試料に対して光を照射する照明手段と、この照明手段からの光及び試料からの光を集光するための倍率の異なる複数の対物レンズと、上記複数の対物レンズに

対応し、少なくとも非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部と、光を遮断するための遮光部とを有する回転自在な回転体と、試料からの光より上記回転体を通過した各部の画像を撮像する撮像手段と、この撮像手段で得られた各画像データを蓄積し、且つ共焦点画像を得る画像処理手段と、上記撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段と、上記回転体の回転状態を検出する検出手段と、この検出手段からの検出信号と上記同期信号発生手段からの信号の位相とを同期制御させる制御手段と、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基づいて上記撮像手段を制御する信号を発生するトリガ信号発生手段と、を具備したことを特徴とする共焦点顕微鏡。

【0185】(2) 上記回転体は回転ディスクで構成されることを特徴とする上記(1)に記載の共焦点顕微鏡。

【0186】(3) 上記回転体は回転円筒で構成されることを特徴とする上記(1)に記載の共焦点顕微鏡。

【0187】(4) 試料に対して光を照射する照明手段と、この照明手段からの光及び試料からの光を集光するための倍率の異なる複数の対物レンズと、上記複数の対物レンズに対応し、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部と、非共焦点成分のみの非共焦点画像データを得るための開口部と、光を遮断するための遮光部とを有する回転自在な回転体と、この回転体のパターン部と開口部を通過した各部の画像を撮像する撮像手段と、この撮像手段で得られた各画像のデータを蓄積し、且つ共焦点画像のデータを得る画像処理手段と、上記撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段と、上記回転体の回転状態を検出する検出手段と、この検出手段からの検出信号と上記同期信号発生手段からの信号の位相とを同期制御させる制御手段と、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基づいて上記撮像手段を制御する信号を発生するトリガ信号発生手段と、を具備したことを特徴とする共焦点顕微鏡。

【0188】(5) 上記回転体は回転ディスクで構成されることを特徴とする上記(4)に記載の共焦点顕微鏡。

【0189】(6) 上記回転ディスクの複数の異なるパターン部は、該回転ディスクの半径方向に複数のパターン部を有することを特徴とする上記(5)に記載の共焦点顕微鏡。

【0190】(7) 上記回転体は回転円筒で構成されることを特徴とする上記(4)に記載の共焦点顕微鏡。

【0191】(8) 上記回転円筒の複数の異なるパターン部は、該回転円筒の軸方向に複数のパターン部を有することを特徴とする上記(7)に記載の共焦点顕微鏡。

【0192】(9) 試料に対して光を照射する照明手

段と、この照明手段からの光及び試料からの光を集光するための倍率の異なる複数の対物レンズと、上記複数の対物レンズに対応し、非共焦点成分を含む共焦点画像データを得るための複数の異なるパターン部を有する回転自在な回転体と、試料からの光より上記回転体の上記パターン部を通した画像を撮像する第1の撮像手段と、上記試料からの光より上記パターン部を通さない非共焦点成分のみの非共焦点画像を撮像する第2の撮像手段と、上記第1の撮像手段と第2の撮像手段で得られた各画像のデータを蓄積し、且つ共焦点画像のデータを得る画像処理手段と、上記第1の撮像手段と同期した信号を発生する同期信号発生手段と、上記回転体の回転状態を検出する検出手段と、この検出手段からの検出信号と上記同期信号発生手段からの信号の位相とを同期制御させる制御手段と、上記同期信号発生手段からの信号と上記検出信号のタイミングに基づいて上記第1の撮像手段を制御する信号を発生するトリガ信号発生手段と、を具備したことを特徴とする共焦点顕微鏡。

【0193】(10) 上記回転体は回転ディスクで構成されることを特徴とする上記(9)に記載の共焦点顕微鏡。

【0194】(11) 上記回転ディスクの複数の異なるパターン部は、該回転ディスクの半径方向に複数のパターン部を有することを特徴とする上記(10)に記載の共焦点顕微鏡。

【0195】(12) 上記回転体は回転円筒で構成されることを特徴とする上記(9)に記載の共焦点顕微鏡。

【0196】(13) 上記回転円筒の複数の異なるパターン部は、該回転円筒の軸方向に複数のパターン部を有することを特徴とする上記(12)に記載の共焦点顕微鏡。

【0197】

【発明の効果】請求項1及び請求項2に記載の発明によれば、回転体と撮像手段の撮像タイミングをとることができ、最適なパターンを選択することができるため、対物レンズの倍率に合わせ適切なセクショニング効果をもった画質の良い共焦点画像を得ることができる。

【0198】また、請求項3に記載の発明によれば、1つの回転体に対して、多くのパターンを配置することができるので、低倍率から高倍率の広い範囲で種々の対物レンズを用いることができ、適切なセクショニング効果をもった画質の良い共焦点画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態に係る共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

【図2】図1の共焦点顕微鏡に使用される回転ディスクの構成例を示した図である。

【図3】第1の実施の形態に於ける回転ディスクの他の構成例を示した図である。

【図4】第1の実施の形態に於ける回転ディスクの更に他の構成例を示した図である。

【図5】この発明の第2の実施の形態に係る共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

【図6】図5の共焦点顕微鏡に使用される回転ディスクの構成例を示した図である。

【図7】第2の実施の形態に於ける回転ディスクの他の構成例を示した図である。

【図8】第2の実施の形態に於ける回転ディスクの更に他の構成例を示した図である。

【図9】この発明の第3の実施の形態に係る共焦点顕微鏡に使用される回転円筒の構成を示した斜視図である。

【図10】図9の回転円筒の断面透視図である。

【図11】この発明の第3の実施の形態に係る共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

【図12】この発明の第3の実施の形態に係る共焦点顕微鏡に使用される回転円筒の他の構成例を示した斜視図である。

【図13】図12の回転円筒の断面透視図である。

【図14】図12の回転円筒を使用した共焦点顕微鏡の基本構成を示した図である。

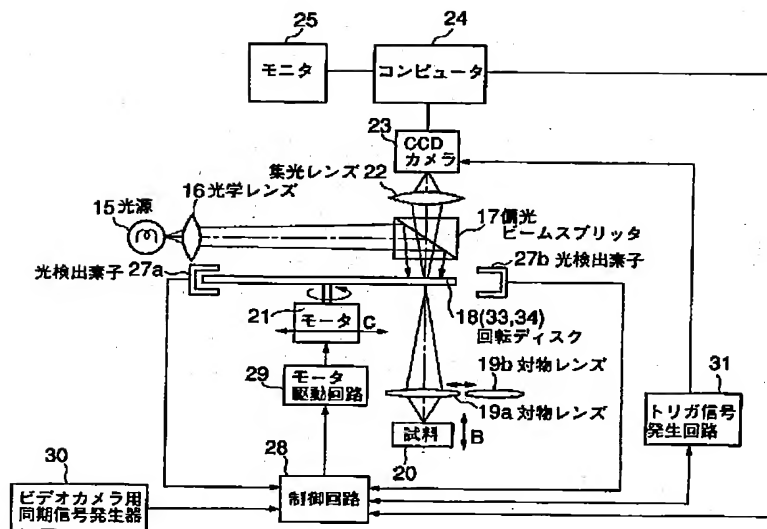
【図15】従来の共焦点顕微鏡の構成例を示した図である。

【図16】図15の共焦点顕微鏡に使用される回転ディスクの構成例を示した図である。

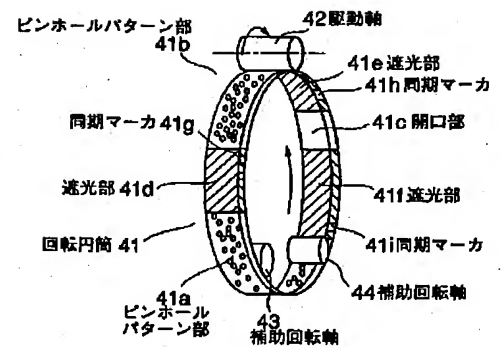
【符号の説明】

- 15 光源、
- 16 光学レンズ、
- 17 偏光ビームスプリッタ、
- 18、33、34 回転ディスク、
- 18a、18b ピンホールパターン部、
- 18c 開口部、
- 18d、18e、18f 遮光部、
- 18g、18h、18i 同期マーカ、
- 19a、19b 対物レンズ、
- 20 試料、
- 21 モータ、
- 22 集光レンズ、
- 23 CCDカメラ、
- 24 コンピュータ、
- 25 モニタ、
- 27a、27b 光検出素子、
- 28制御回路、
- 29 モータ駆動回路、
- 30 ビデオカメラ用同期信号発生器、
- 31 トリガ信号発生回路。

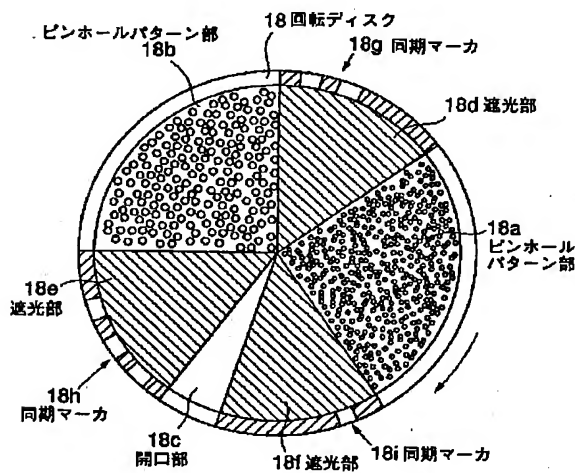
【図1】



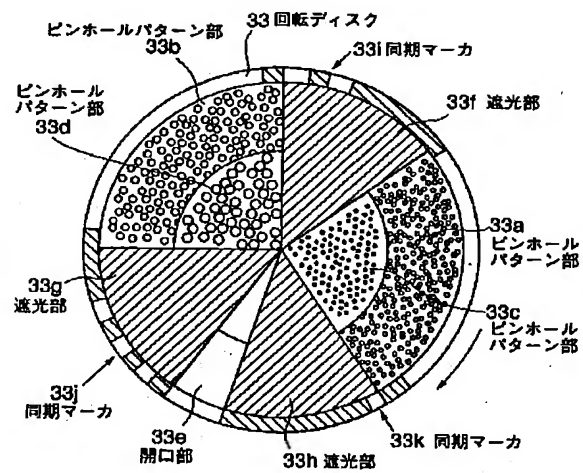
【図9】



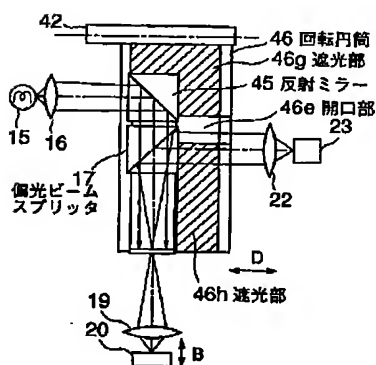
【図2】



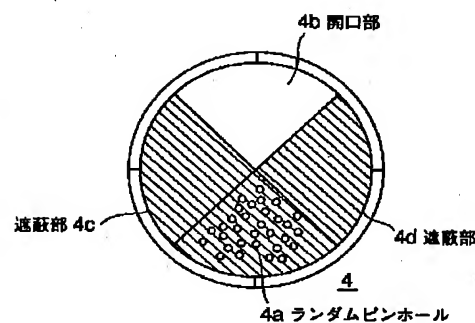
【図3】



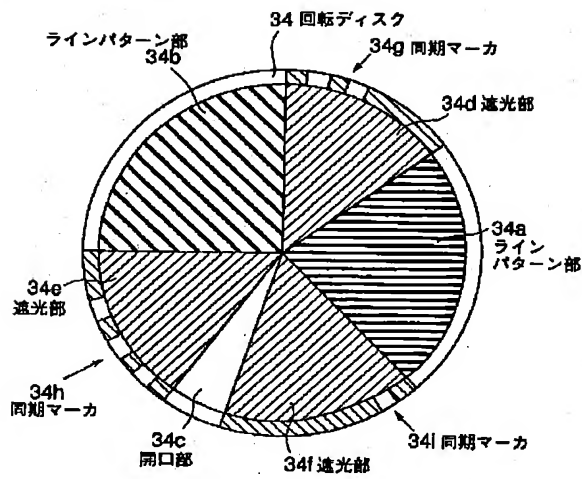
【図13】



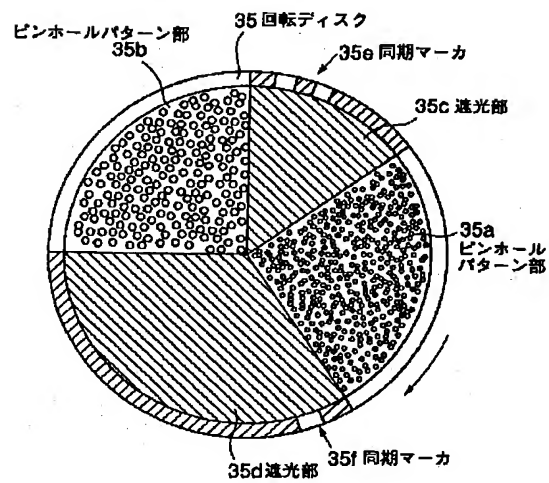
【図16】



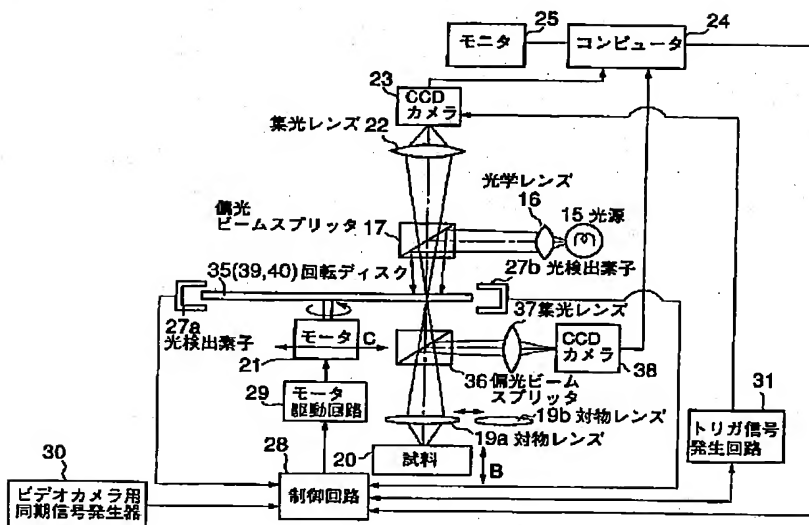
【図4】



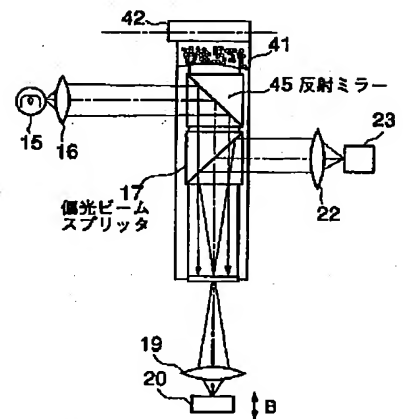
【図6】



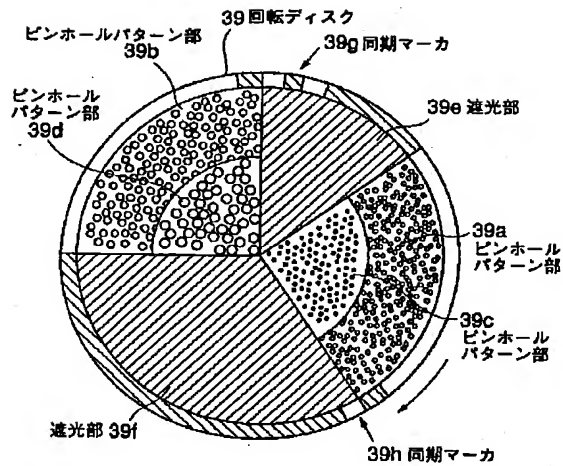
【図5】



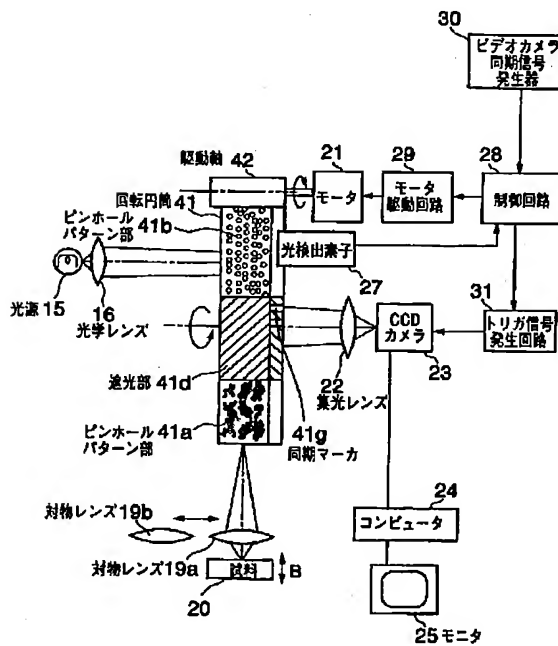
【図10】



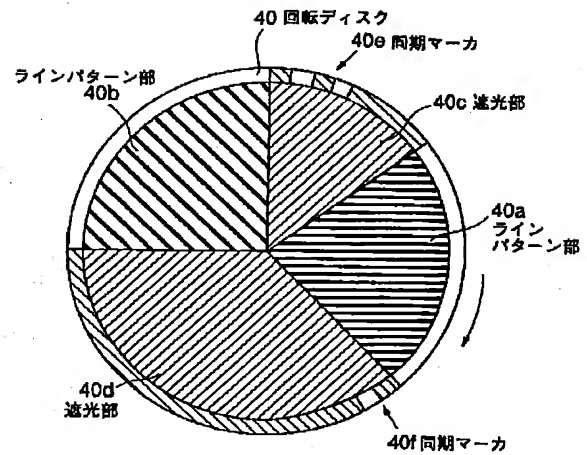
【図7】



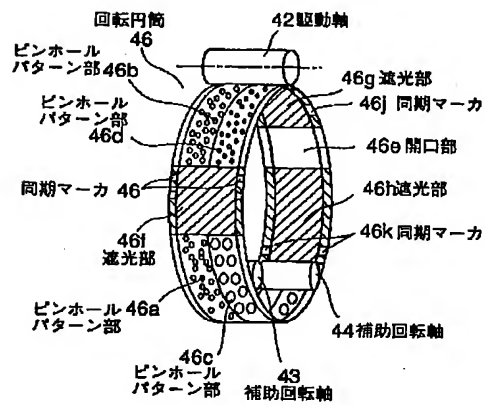
【図11】



【図8】



【図12】



【図15】

